

Analisis Pengaruh Parameter Kompaksi Terhadap Nilai CBR Berdasarkan Standar dan Kriteria Jalan Tambang PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim

Analysis of the Effect of Compaction Parameters on CBR Values Based on PT Bukit Asam Tbk Mining Road Standards and Criteria. Tanjung Enim

Mitha Elisza¹, Mardiah¹, Haslen Oktarianty¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

This study analyzes the effect of compacting parameters on CBR values based on PT Bukit Asam Tbk's standards and criteria. The problem behind this research is that the overburden target at the TAL-West mining site to the South sump disposal is not affected by the speed of the transport equipment which is caused by the damaged road because the carrying capacity does not reach the standard so the circulation time increases. Therefore it is necessary to analyze the effect of compacting on CBR values based on company standards and criteria to meet the production target in April 2019 of 1,500,000 BCM, while the realization only reaches 1,379,160 BCM. The research method used is a linear regression method that analyzes the influence and relationship of independent variables such as material physical properties, compacting parameters and dependent variables, namely CBR values. The results of this study are that the physical properties of material have a relationship and influence on CBR values. Compaction parameters have a relationship with CBR values such as small dry volume weight so CBR value increases while optimum water content is large, CBR value decreases. Based on the evaluation of company standards and criteria, the best material in the B2C-22 sample with water content of 9.49%, density of 2.77, CBR value of 74.87% of the type of inorganic clay with light ash.

Keywords : Material B2C, Compacting Parameters, CBR Values

1. Pendahuluan

Berdasarkan fakta dilapangan bahwa adanya ketidaktercapaian terhadap target produksi yaitu dengan target produksi 1.500.000 BCM/bulan sedangkan produksi hanya mencapai 1.379.160 BCM/bulan. Ketidaktercapaian target produksi tersebut dikarenakan kecepatan alat angkut yang menurun disebabkan jalan angkut yang banyak mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan waktu edar meningkat.

Kerusakan jalan angkut disebabkan karena daya dukung tanah yang tidak baik, daya dukung tanah tersebut dapat diukur dengan menghitung nilai CBR tanah pada jalan angkut. Standar nilai CBR pada jalan tambang PT Bukit Asam Tbk yaitu 34% atau 3.502 kPa sedangkan nilai CBR aktual dilapangan pada jalan tambang berkisar antara 20 - 30% atau 2.060 – 3.090 kPa. Berdasarkan hal tersebut pengontrolan keadaan jalan yang akan dilalui perlu dilakukan agar terbentuknya jalan tambang yang memiliki nilai CBR ideal untuk mengantisipasi kerusakan – kerusakan pada jalan tambang.

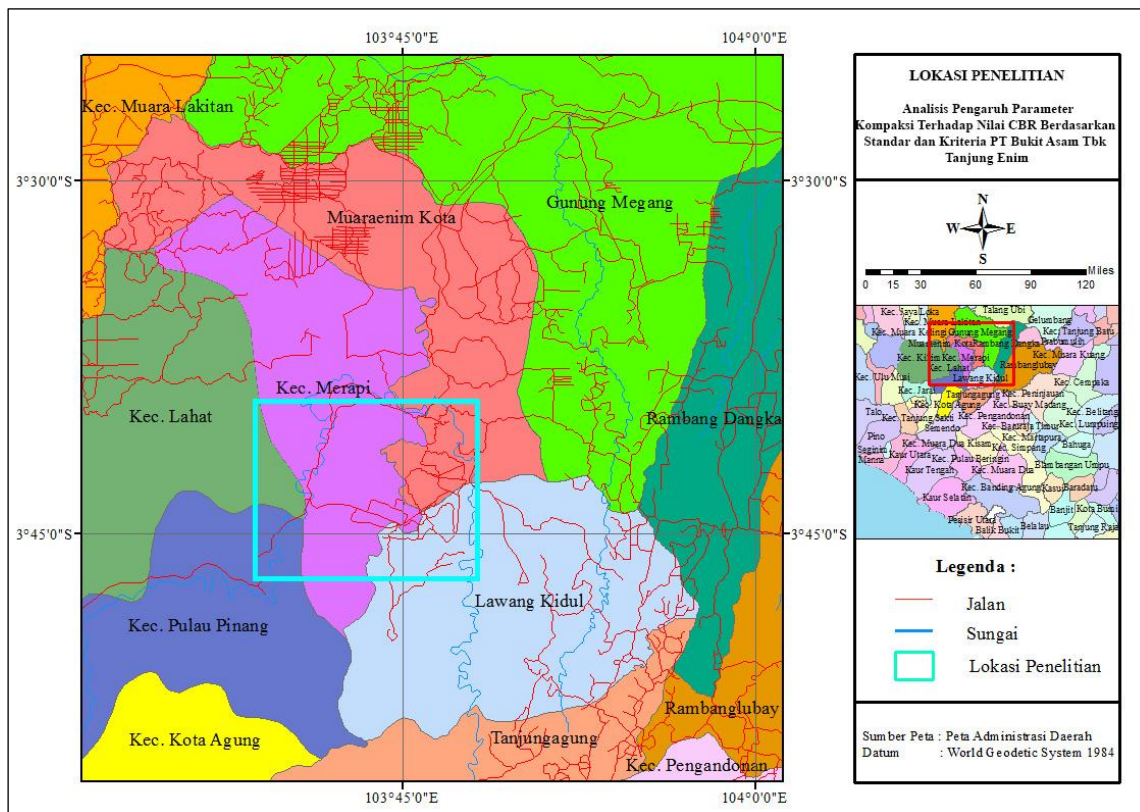
Nilai CBR merupakan parameter untuk mengetahui nilai daya dukung tanah. Jalan tambang yang baik mempunyai daya dukung tanah yang baik. Parameter daya dukung tanah dipengaruhi oleh nilai CBR dan juga parameter kompaksi seperti kadar air optimum dan berat volume kering optimum yang selanjutnya akan dibahas lebih lanjut pada penelitian kali ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (empat) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh sifat fisik material terhadap nilai CBR, bagaimana pengaruh parameter kompaksi terhadap nilai CBR, dan bagaimana rekomendasi material serta cara pengelolaan di lapangan,. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter kompaksi terhadap nilai CBR berdasarkan standar dan kriteria PT Bukit Asam Tbk.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lokasi Unit Penambangan Tambang Air Laya blok barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 2 bulan yaitu pada bulan April - Mei 2019. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

*Korespodensi Penulis: (Mitha Elisza) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung. Kawasan Kampus Terpadu UBB, Merawang, Bangka. Email: mithaelisza4@gmail.com



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tinjauan Pustaka

Sifat Fisik Tanah

Menurut Hendarsin (1987) sifat-sifat fisik tanah didapatkan dari pengujian di laboratorium. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui kadar air, berat isi, porositas, angka pori, berat jenis, densitas, batas plastis, batas cair, dan lain-lain. Sifat-sifat ini kemudian berguna sebagai data pendukung dalam perhitungan sifat-sifat mekanik tanah. Sifat fisik tanah tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan – persamaan berikut ini :

1) Kadar air (w)

Kadar air adalah penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots 1$$

2) Porositas (n)

Porositas (n) adalah perbandingan antara volume rongga dengan volume total. Nilai n dapat dinyatakan dalam persen atau desimal :

$$n = \frac{V_v}{V} \dots\dots\dots 2$$

3) Angka Pori (e)

Angka pori adalah perbandingan antara volume rongga dengan volume butiran :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots 3$$

4) Berat volume basah (γ_b)

Berat volume basah (γ_b) adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume total tanah :

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots 4$$

5) Berat volume kering (γ_d)

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butiran dengan volume total tanah :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots 5$$

6) Berat volume padat (γ_s)

Berat volume padat (γ_s) adalah perbandingan antara berat butiran dengan volume butiran :

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \dots\dots\dots 6$$

7) Berat jenis (*specific gravity*)

Berat jenis (*specific gravity*) (G_s) adalah sebagai perbandingan antara berat volume

butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots 7$$

- 8) Derajat kejenuhan (S)
Derajat kejenuhan (S) merupakan perbandingan volume air dengan volume total rongga pori tanah :
- $$S (\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \dots\dots\dots 8$$

- 9) Analisis saringan (Ukuran Butiran)
Analisa butiran tanah bertujuan untuk menentukan gradasi butir (distribusi ukuran butir) dimana butiran tersebut termasuk agregat kasar atau agregat halus dengan menggunakan saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu.

Batas-batas Atterberg

Cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi menurut Hardiyatmo (2012) dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

Klasifikasi Tanah

Menurut Hardiyatmo (2012) klasifikasi tanah adalah penentuan sifat-sifat tanah yang digunakan untuk menentukan jenis tanah. Hasil dari penyelidikan sifat-sifat ini kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi masalah-masalah tertentu, seperti penentuan penurunan bangunan, penentuan kecepatan air yang mengalir.

Menurut Wesley (1977) Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki ukuran mikrokoni sampai dengan sub mikrokoni yang terbentuk karena adanya pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan.

Uji Pemadatan (*compaction*)

Menurut Forssblad (1988), pemadatan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemandirian lereng timbunan.

Adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan kepadatan tanah adalah sebagai berikut :

- 1) Perhitungan kepadatan basah
- $$\rho = \frac{(B_2 - B_1)}{V} \dots\dots\dots 9$$

- 2) Perhitungan kadar air benda uji
- $$w = \frac{(A - B)}{(B - C)} \times 100\% \dots\dots\dots 10$$

- 3) Perhitungan kepadatan (berat isi) kering

$$\rho_d = \frac{\rho}{(100 + w)} \times 100\% \dots\dots\dots 11$$

- 4) Perhitungan kepadatan (berat isi) kering untuk derajat kejenuhan 100%

$$\rho_d = \frac{(G_s - \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% \dots\dots\dots 12$$

California Bearing Ratio (CBR)

Menurut Hendarsin (1987) menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 inch) kedalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah pada penetrasi yang sama.

CBR ini disebut CBR rencana titik dan karena disiapkan di laboratorium, Makin tinggi nilai CBR tanah (subgrade) maka lapisan perkerasan di atasnya akan semakin tipis dan semakin kecil nilai CBR (daya dukung tanah rendah), maka akan semakin tebal lapisan perkerasan di atasnya sesuai beban yang akan dipikulnya.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan data – data yang diperlukan yaitu nilai parameter kompaksi, persentase CBR, dan sifat fisik tanah material B2C. Pengolahan dan analisis data menggunakan metode regresi linier untuk mengetahui hubungan dan pengaruh variabel independen dan variabel dependen. Hubungan dan pengaruh tersebut akan di evaluasi, hasil evaluasi tersebut menjadi acuan untuk merekomendasikan material B2C yang paling baik.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, perumusan masalah, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan parameter kompaksi dan daya dukung tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Sifat Fisik

Sifat-sifat fisik tanah pada jalan angkut menunjukkan hasil sebagai berikut : kadar air senilai 6,27 % bernilai cukup normal jika dilihat berdasarkan kadar air optimum, densitas tanah senilai 1,64 gr/cm³, berat jenis senilai 2,79 termasuk kedalam jenis lempung anorganik,

berat isi sebesar $22,92 \text{ kN/m}^3$, berat isi kering sebesar $22,32 \text{ kN/m}^3$, angka pori senilai 0,48, porositas sebesar 18,86 % bernilai baik, derajat saturasi sebesar 75,34 % , dan konsistensi tanah untuk batas cair senilai 21, batas plastis senilai 21, dan index plastisitas senilai 13.

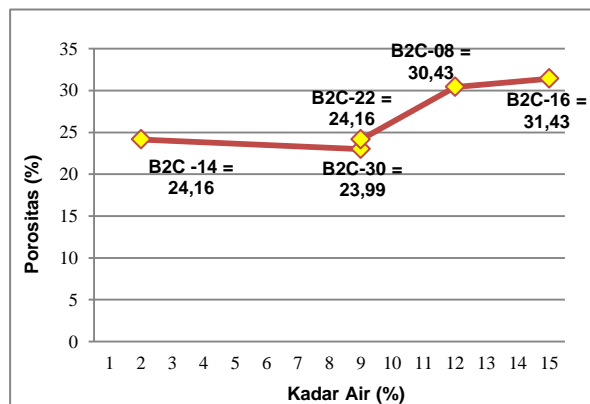


Gambar 1. Proses preparasi material B2C di laboratorium

Adapun pengaruh sifat fisik terhadap nilai CBR adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh Kadar Air Terhadap Porositas

Berdasarkan nilai berat jenis yang sama untuk mengetahui adanya hubungan kadar air dengan porositas tanah dapat dilihat pada Gambar 2.

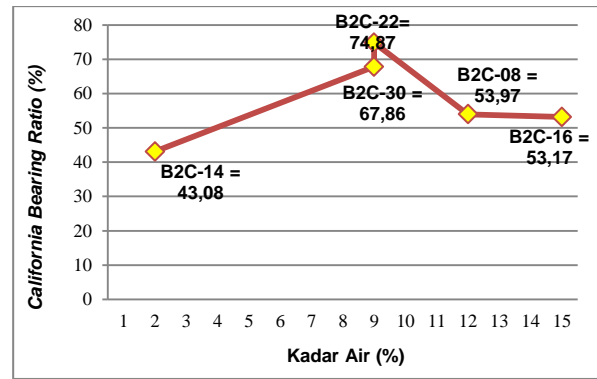


Gambar 2. Grafik hubungan kadar air dengan porositas

Nilai kadar air yang optimum berdasarkan pada grafik yaitu didapatkan pada nilai porositas yang rendah, seperti pada sampel B2C-30 didapatkan nilai porositas yang menurun ketika kadar air meningkat. Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai porositas yang maksimum didapatkan yaitu 31,43% dengan kadar air maksimum 15,50% pada sampel B2C-16.

2. Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai CBR

Jalan tambang keadaan tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air sehingga hubungan antara kadar air dengan nilai CBR dapat diperhatikan seperti pada Gambar 3.

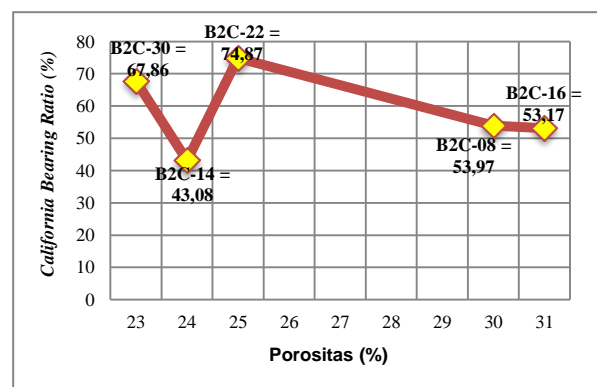


Gambar 3. Grafik hubungan kadar air terhadap nilai CBR

Grafik di atas menunjukkan pada saat kadar air meningkat maka nilai CBR akan meningkat juga hingga mencapai kadar air optimum yaitu didapatkan 74,87 %, pada saat telah melewati kadar air optimum maka yang didapatkan yaitu semakin meningkat kadar air maka nilai CBR semakin menurun itu artinya apabila kadar air telah melewati kadar air optimum akan menyebabkan nilai CBR kecil sehingga daya dukung tanah tidak baik.

3. Pengaruh Porositas Terhadap Nilai CBR

Hubungan nilai porositas terhadap nilai CBR dapat diperhatikan seperti pada Gambar 4.

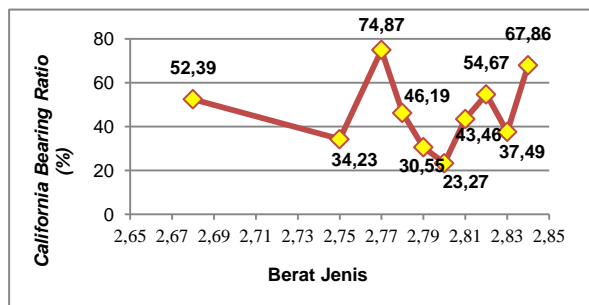


Gambar 4. Grafik hubungan porositas terhadap nilai CBR

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 tersebut secara umum jika porositas telah melewati porositas optimum maka nilai CBR juga mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena semakin baik nilai CBR pada daya dukung tanah disebabkan kepadatan tanah tersebut telah baik sehingga kemampuan tanah untuk menyerap air kurang. Sehingga semakin kecil nilai porositas akan meningkatkan nilai CBR, begitupun sebaliknya semakin besar nilai porositas maka nilai CBR akan semakin kecil. pada sampel B2C-14 didapatkan penurunan nilai CBR yaitu 43,08 %, padahal belum mencapai nilai porositas optimum yaitu 74,87 %, hal ini dianggap sebagai data anomali.

4. Pengaruh Berat Jenis Terhadap Nilai CBR

Berat jenis pada tanah berbeda – beda baik dalam satu jenis tanah yang sama maupun jenis tanah yang berbeda. Seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan berat jenis terhadap nilai CBR

Grafik Hubungan berat jenis terhadap nilai CBR menunjukkan tidak ada hubungan atau pengaruh yang signifikan terhadap nilai CBR. Berdasarkan hasil tersebut menyatakan bahwa pada masing – masing lokasi dengan jenis tanah lempung anorganik mempunyai mineral pengikat yang berbeda sehingga dengan berat jenis yang berbeda – beda didapatkan nilai CBR yang berbeda – beda, berdasarkan pada grafik tersebut nilai berat jenis optimum yaitu 2,77 dengan nilai CBR yaitu 74,87 % .

Pengaruh Parameter Kompaksi Terhadap Nilai CBR

Pemadatan dengan menggunakan metode kompaksi modified proctor dengan alat pemadat yang digunakan berupa silinder mold yang mempunyai volume $9,44 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Tanah didalam mold dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 4,54 kg dengan tinggi jatuh penumbuk 45,72 cm. Tanah dipadatkan dalam 5 lapisan dengan tiap lapisan di tumbuk 55 kali pukulan.

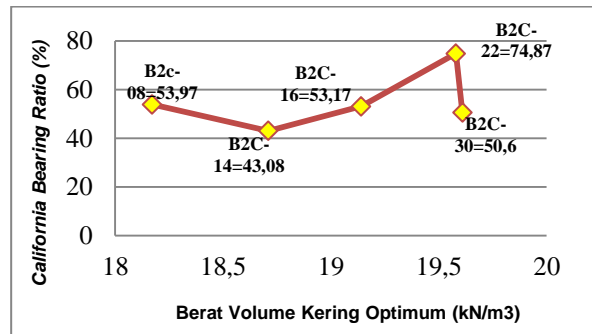
Parameter kompaksi terdiri dari kadar air optimum dan berat volume kering optimum sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil proses pemadatan metode kompaksi Modified Proctor

1. Berat Volume Kering Optimum ($G_{Dry_{max}}$) Terhadap Nilai CBR

Berat volume tanah kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat pemadatnya. Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, dapat dilihat pada Gambar 7.

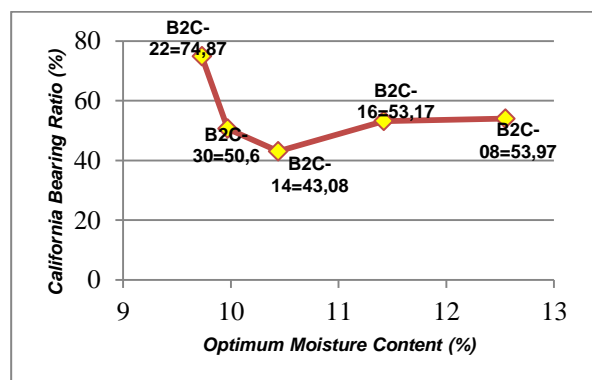


Gambar 7. Grafik hubungan berat volume kering optimum terhadap nilai CBR

Hasil dari 5 sampel seperti pada grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya hubungan antara berat volume kering optimum dengan nilai CBR yaitu berat volume kering yang semakin meningkat maka nilai CBR akan semakin turun, secara umum berdasarkan grafik pada Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin sedikit berat volume kering optimum maka nilai CBR semakin besar dan nilai daya dukung tanah semakin baik.

2. Kadar Air Optimum (*Optimum Moisture Content*) Terhadap Nilai CBR

Proses pemadatan selain untuk mendapatkan nilai berat volume kering optimum juga mendapatkan nilai kadar air optimum. Hubungan kadar air optimum dengan nilai CBR dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan nilai OMC dengan nilai CBR

Hubungan antara nilai kadar air optimum terhadap nilai CBR berdasarkan grafik menunjukkan adanya, pada saat kadar air meningkat maka nilai CBR mengalami penurunan hal ini ditunjukkan seperti pada

sampel B2C-22 dengan kadar air 9,73 % didapatkan nilai CBR optimum yaitu 74,87 %, namun pada sampel B2C-08 dengan kadar air maksimal yaitu 12,55 % didapatkan nilai CBR yaitu 53,97 %.

3. Nilai CBR dan Kriteria Jalan Tambang

Nilai hasil pengukuran pengujian CBR rata – rata diatas nilai standar CBR yaitu 34 %. Berdasarkan hasil pengujian CBR tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil CBR yang telah didapatkan untuk mengetahui daerah mana yang perlu dilakukan perbaikan. Hasil evaluasi nilai CBR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Nilai CBR

Sampel	CBR (%)	Standar Wesley	Evaluasi	Kriteria
B2C-08	53,97	>50	Sesuai	Sangat Baik
B2C-14	43,08	20-50	Sesuai	Baik
B2C-16	53,17	>50	Sesuai	Sangat Baik
B2C-22	74,87	>50	Sesuai	Sangat Baik
B2C-30	50,6	>50	Sesuai	Sangat Baik

Hasil evaluasi nilai CBR tersebut didapatkan 4 sampel dengan kriteria sangat baik, dan 1 sampel dengan kriteria baik. Pada sampel dengan kriteria baik sebaiknya dilakukan perawatan dan pengawasan yang rutin sehingga dapat meningkatkan dan mempertahankan kriteria tersebut sehingga stabilitas tanah pada jalan angkut tambang. Pada sampel dengan kriteria sangat baik perlu dilakukan perawatan dan pengawasan yang rutin serta baik untuk menjaga kondisi tanah tersebut.

Keadaan Aktual Material di Lapangan

1. Kadar air

pada hasil penelitian berdasarkan berat jenis yang sama yaitu 2,77 maka didapatkan nilai CBR yang tertinggi yaitu sebesar 74,87 % dengan kadar air yaitu 9,49 %.

2. Porositas

Berdasarkan grafik analisis hubungan porositas dengan nilai CBR pada berat jenis 2,77 maka didapatkan dengan nilai CBR tertinggi yaitu 74,87 % nilai porositas didapatkan yaitu 25,28 %.

3. Berat Jenis (Specific Gravity)

Berdasarkan analisis berat jenis terhadap nilai CBR maka didapatkan nilai CBR optimum yaitu 74,87 % pada berat jenis 2,77.

4. Berat volume kering optimum ($G_{Dry_{max}}$)

Nilai CBR yang baik dan tinggi yaitu dengan berat volume kering optimum yang kecil seperti

pada analisis yang dilakukan yaitu didapatkan nilai CBR yang baik sebesar 74,87 % dengan berat volume kering optimum yaitu 19,58 kN/m³.

5. Kadar Air Optimum (OMC)

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan bahwa tanah yang baik yaitu didapatkan dengan nilai CBR yaitu 74,87 % dengan kadar air optimum yaitu 9,73 %.

6. Rekomendasi Material

Material *interburden* B2C yang sangat baik yaitu dengan kadar air 9,49 %, porositas 25,28 %, berat jenis 2,77, berat volume kering optimum 19,58 %, kadar air optimum (OMC) 9,73 % jenis tanah lempung anorganik berwarna abu terang pada lokasi C.



Gambar 9. Keadaan Fisik Material *interburden* B2C di lapangan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan di lapangan dan pembahasan dari bab sebelumnya, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji sifat fisik tanah didapatkan yaitu pengaruh kadar air terhadap porositas ialah kadar air optimum didapatkan pada porositas yang rendah. Pengaruh kadar air terhadap nilai CBR yaitu ketika kadar air meningkat maka nilai CBR akan meningkat. Pengaruh porositas terhadap nilai CBR yaitu jika telah melewati porositas optimum nilai CBR akan menurun. Pengaruh berat jenis terhadap nilai CBR tidak menunjukkan hubungan atau pengaruh yang signifikan terhadap nilai CBR.
2. Pada pengujian pemadatan pengaruh parameter kompaksi terhadap nilai CBR yaitu ketika berat volume kering meningkat maka nilai CBR akan menurun, semakin kecil nilai kadar air optimum (OMC) maka nilai CBR akan semakin meningkat. Nilai CBR yang sangat baik yaitu pada sampel B2C-22 dengan nilai CBR 74,87 %.

3. Pada hasil pengujian 5 sampel material *interburden* B2C yaitu rekomendasi material yang sangat baik dengan kadar air 9,49 %, porositas 25,28 %, berat jenis 2,77, berat volume kering optimum 19,58 %, kadar air optimum (OMC) 9,73 % jenis tanah lempung anorganik berwarna abu terang pada lokasi C.

Daftar Pustaka

- Bowles, J. E. 2012. *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Das, B.M. 2010. *Principle of Geotechnical Engineering*. United States of America: CENGAGE Learning.
- De. Coster G. L., 1974, *The Geology Of Central Sumatera Nad South Sumatera Basins*, Proceeding Indonesian Petroleum Assoc, 4th Annual Convention.
- Forssblad, L. 1988. *Kompaksi (Pemampatan) Urukan Tanah Dan Batuan Dengan Getaran*. Jakarta: Bina Aksara.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendarsin, S.L. 1987. *Penuntun Praktis: Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung: Nova.
- Ningrum, Puspa. 2014. Pengaruh Penambahan Air Diatas Kadar Air Optimum Terhadap Nilai CBR Dengan dan Tanpa Perendaman Pada Tanah Lempung Yang Dicmpur Abu Terbang. *Jurnal FTEKNIK* Volume 1 No.2.
- Soedarmo dan Purnomo. 2001. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tenriajeng, A.T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Wesley. 1977. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga.